

... EP 20121 (3)
①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3517733 A1

⑤1 Int. Cl. 4:
B22D 11/04

②1 Aktenzeichen: P 35 17 733.0
②2 Anmeldetag: 17. 5. 85
④3 Offenlegungstag: 20. 11. 86

Erfindungseigentum

DE 3517733 A1

⑦1 Anmelder:
Rummel, Theodor, Prof. Dr.-Ing., 8022 Grünwald, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Verfahren bzw. Einrichtung zum Stranggießen insbesondere von Schwermetallen mittels den Strangquerschnitt formenden Magnetfeldern

Verfahren bzw. Einrichtung zum Stranggießen insbesondere von Schwermetallen, bei dem an Stelle einer schwingenden metallischen Kokille ein den Strangquerschnitt formendes Wechsellmagnetfeld und ein überlagertes Gleichmagnetfeld verwendet werden.

DE 3517733 A1

Patentansprüche

- 1 (1) Verfahren bzw. Einrichtung zum Stranggießen insbesondere von Schwermetallen mittels den Strangquerschnitt formenden Magnetfelds dadurch gekennzeichnet, daß dem den Strangquerschnitt formenden
- 5 Wechselmagnetfeld ein Gleichmagnetfeld überlagert ist.
- (2) Verfahren nach Anspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptrichtung des Gleichmagnetfeldes senkrecht auf der Hauptrichtung des Wechselmagnetfelds
- 10 steht.
- (3) Verfahren nach Anspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptrichtung des Gleichmagnetfeldes mit der des Wechselmagnetfeldes übereinstimmt.
- (4) Einrichtung nach Anspruch (2) dadurch gekennzeichnet,
- 15 net, daß das Gleichmagnetfeld mittels einer von Gleichstrom durchflossenen eisenlosen Spule erzeugt wird.
- (5) Einrichtung nach Anspruch (2) dadurch gekennzeichnet, daß das Gleichmagnetfeld mittels einer Gleich-
- 20 stromspule und ferromagnetischem Joch erzeugt wird.
- (6) Einrichtung nach Anspruch (3) dadurch gekennzeichnet, daß die das Gleichmagnetfeld bewirkende Gleichstromspule die Wechselstromspule umschließt.
- 25 (7) Einrichtung nach Anspruch (3) dadurch gekennzeichnet, daß das Gleich- und das Wechselmagnetfeld mittels ein und derselben Spule erzeugt werden, indem dieser Spule Wechsel- und Gleichströme über elektrische Weichen zugeführt werden.
- 30 (8) Verfahren bzw. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche (1) ... (7) dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz und die Stärke des Wechselmagnetfeldes sowie die Stärke des Gleichmagnetfeldes einstellbar gemacht werden.

NACHGEREICHT

10.10.85
- 2 -

3517733

- 1 (9) Verfahren bzw. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche (1) ... (8) dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des zur Erzeugung des Wechselmagnetfeldanteiles verwendeten Wechselstromes
- 5 der Bedingung

$$f \geq \frac{3,8}{d^2 \cdot \chi \cdot \mu}$$

10

- genügt, worin d der zweifache kleinste Abstand des Querschnitts-Schwerpunktes von der Querschnittsumgrenzung, χ die spezifische elektrische Leitfähigkeit und μ die magnetische Permeabilität
- 15 des flüssigen Strangmaterials ist, und daß das zusätzliche Gleichmagnetfeld im Bereich des formenden Wechselmagnetfeldes mindestens 0,05 Tesla aufweist.

10.10.85³

3517733

NACHGEREICHT

Aktenzeichen : R / PA IV

U. 1-5

Professor Dr.-Ing. Theodor Rummel
Leerbichlallee 20
8022 München

Verfahren bzw. Einrichtung zum Stranggießen insbesondere von Schwermetallen mittels den Strangquerschnitt formenden Magnetfelds.

- 1 Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren bzw. Vorrichtungen zum Senkrecht- oder Schrägstranggießen insbesondere von Schwermetallen unter Zuhilfenahme eines den Strangquerschnitt formenden Magnetfeldes. Das Verfahren soll auch für Bogenstranggießen geeignet sein.

- 5 Das seit etwa einem Jahrzehnt bekannte Senkrechtstranggießen von Leichtmetallen mittels einer Wechselmagnetfeldeinrichtung an Stelle einer das zufließende Flüssigmetall aufnehmenden metallischen Kokille hätte in der Anwendung auf Schwermetalle - wie beispielsweise Stahl - den Vorteil, daß die kostspielige, dem Verschleiß unterworfenene Kokille mit ihrer schweren Schwingungseinrichtung in Fortfall käme, abgesehen davon, daß alle Schmierungsprobleme der Kokilleninnenwand gegenüber dem noch heißen auszubringenden Strang verschwinden würden.

- 15 Es hat sich aber herausgestellt, daß die bei Schwermetallen notwendigen, wesentlich stärkeren Wechselmagnetfelder so starke mechanische Flüssigmetallwirbel-Strömungen verursachen, daß unregelmäßige Benetzungen zwischen den die Felder bewirkenden

12.10.85
- 2 -

3517733

- 1 wechselstromdurchflossenen Spulen und dem Metall auf-
treten. Dadurch ist die kraftschlüssige, dem Spulen-
querschnitt ähnliche Formung des Strangquerschnittes
nachhaltig gestört. Darüber hinaus sind Kurzschlüsse
5 der Spulenwindungen gegeneinander aufgetreten, sodaß
ein Betrieb unmöglich geworden ist, was insbesondere
für größere Strangquerschnitte von über 1,5 cm² und
Stahl gilt.

- Die störenden mechanischen Flüssigmetallwirbel sind
10 eine Folge der angewendeten - in Strangrichtung rela-
tiv zum Durchmesser - kurzen Spulen, die sehr inhomogene
Magnetfelder bewirken. Die Inhomogenität in ra-
dialer Richtung ist unbedingt notwendig, da nur durch
diese, abgesehen von der schädlichen Wirkung der
15 mechanischen Wirbelströmungen, ein stabiler Einschluß
des Flüssigmetalls erreicht werden kann. Lange Spulen
würden zwar homogene Kraftfelder bewirken, wodurch
die Wirbel vermieden werden könnten, andererseits je-
doch grundsätzlich ein stabiler Einschluß unmöglich
20 wäre.

- Die erfinderische Aufgabe besteht darin, ein Ver-
fahren zu finden, welches das Stranggießen auch von
Schwermetallen mit größeren Querschnitten ohne die
Verwendung oszillierender metallischer Kokillen mit-
25 tels des Flüssigmetall umschließender Kraftfelder aus
Magnetfeldern ermöglicht, so, daß die im Gebiet die-
ser Kraftfelder beginnende Kühlung das Flüssigmetall
zum gewünschten Strangquerschnitt erstarren lassen
kann.

- 30 Das erfinderische Verfahren besteht darin, daß
beim Senkrecht-, Bogen- oder Schrägstranggießen von
Metallen, insbesondere von Schwermetallen das ein-
schließende Kraftfeld ein Magnetwechselfeld ist und
daß zusätzlich ein Magnetgleichfeld das einzuschlie-
35 Bende - im Querschnitt zu formende - Strangmaterial
durchsetzt.

12.10.85
- 2 -

3517733

- 1 Erfindungsgemäß wird also ein kombiniertes Magnetfeld, bestehend aus einem Gleich- und einem Wechselfeldanteil zur Formung des Stranges eingesetzt, wobei den Anteilen unterschiedliche Aufgaben zugeordnet sind. Der Wechselfeldanteil bewirkt durch induzierte Ströme im Strangmaterial in diesem ein einschließendes Kraftfeld. Der Gleichfeldanteil bremst schnelle wirbelnde mechanische Strömungen im flüssigen Strangmaterial wirksam ab.
- 10 Es wird also die transformatorische Induktion von elektrischen Strömen im Einsatzgut und es wird die durch die Flüssigmetallströmung bedingte Strominduktion ausgenutzt, um eine stabile Einschließung des Flüssigmetalls zu erzielen. Da beide genannten Feld-
- 15 anteile unabhängig voneinander eingestellt werden können, lassen sich optimale Einschließungszustände erzielen. Durch Einstellung der Frequenz und Stärke des Wechselfeldanteiles lassen sich die Tiefe und die Größe der Einschließungsvolumenkräfte variieren.
- 20 Durch Einstellung des Gleichfeldes wird die "Strömungssteifigkeit" des Flüssigmetalls wirksam beeinflusst. Man könnte auch sagen, daß über den einstellbaren Gleichfeldanteil eine einstellbare - von der Strömungsgeschwindigkeit abhängige - Viscositätser-
- 25 höhung ermöglicht wird.

Für den Magnetfeld-Gleichanteil sind magnetische Induktionen von 0,05 bis über 0,3 Tesla notwendig. Diese starken Felder können nur mit einem erheblichen Aufwand hergestellt werden. Andererseits werden dadurch aber wesentlich umfangreichere und verschleißanfällige mechanische Einrichtungen, wie wassergekühlte oszillierende metallische Kokillen mit ihren Antriebsaggregaten eingespart. Außerdem fällt die sehr problematische Kokillenschmierung fort. Da-

30 mit steigt auch die Oberflächengüte des Stranges.

Das bisher beschriebene neuartige Verfahren sowie

12.10.85

3517733

- 4 -

- 1 Einrichtungen zur Durchführung desselben bilden den Gegenstand des Anspruches (1) und seiner nachgeordneten Ansprüche, wobei in diesen auch vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sowie Einrichtungen
- 5 zur Durchführung beansprucht werden. Deren gedanklicher und sachlicher Inhalt soll als Bestandteil der Beschreibung gelten, ohne daß an dieser Stelle der Wortlaut der Ansprüche wiederholt wird.

Ein Ausführungsbeispiel des neuen Verfahrens ist

10 in der Figur 1 erläutert.

Es handelt sich um die schematische Darstellung der die vorliegende Erfindung betreffenden Teile einer Senkrechtstrangguß-Einrichtung für Stahl.

In der Figur 1 ist 1 der von einem (nicht dargestellten) Flüssigstahl-Vorratsgefäß ausfließende regulierbare Flüssigmetallstrahl. Dieser tritt in ein

15 Magnetfeld ein, das aus Gleichfeldanteilen der Hauptrichtung 2 und aus Wechselfeldanteilen der Hauptrichtung 3 besteht.

20 Das Magnet-Gleichfeld wird durch die gleichsinnig gewickelten Spulen 4 und 5 , die teilweise geschnitten und teilweise verdeckt durch die das Magnetwechselfeld erzeugende, im Schnitt dargestellte, Wechselstromspule 6 gezeichnet ist, mittels Gleichstrom erzeugt. Eine teilweise Verdeckung der Gleichstromspulen 4,5 erfolgt auch noch durch den erstarrenden

25 Strang 7, der in Richtung 8 nach unten abgezogen wird und durch Wasserbesprühung gekühlt wird.

Es sei an Hand dieses Beispieles noch erwähnt, daß

30 infolge des Zusammenwirkens der im Schmelzfluß induzierten elektrischen Wechselströme mit dem Gleichfeld eine regulierbare Schall- und bei höherer Frequenz eine Ultraschallwirkung eintritt, die zur Homogenisierung und Feinkörnigkeit des Strangmaterials führt.

35 In Figur 2 ist eine andere Ausführung gemäß dem neuen Verfahren dargestellt.

12.10.55

3517733

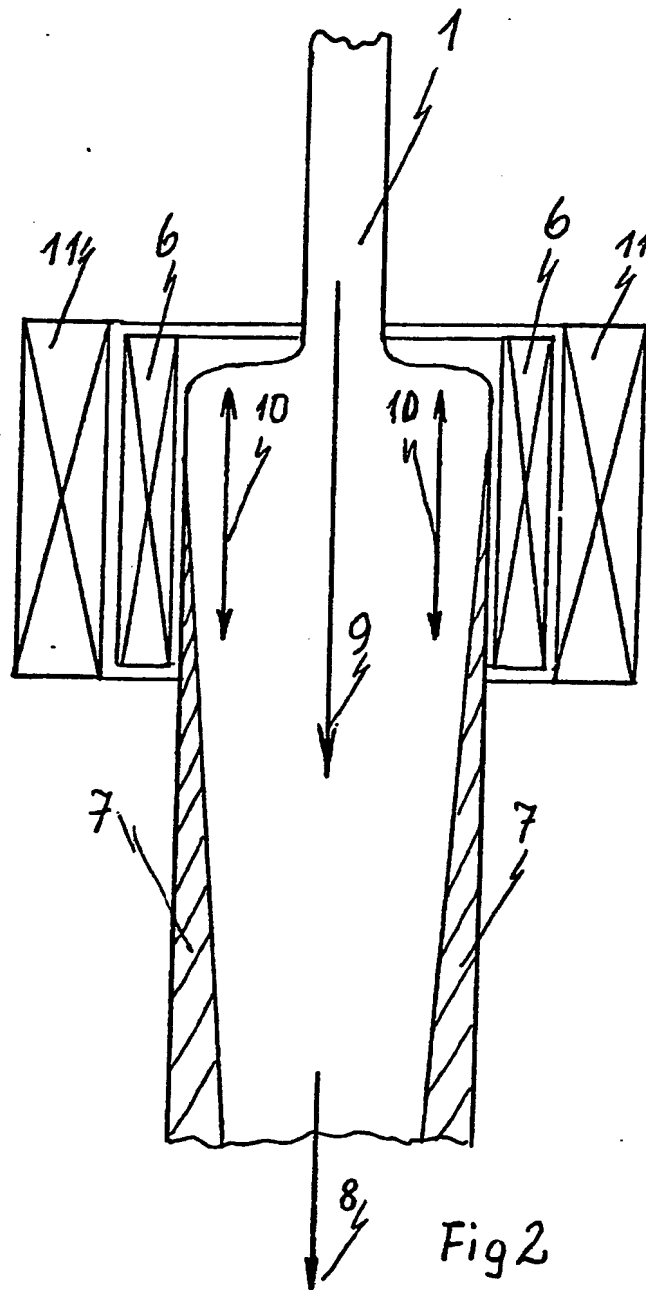
- 2 -

- 1 Darin ist 1 der Flüssigmetallstrahl wie in Figur 1.
Dieser tritt in ein Magnetfeld mit dem Gleichfeldan-
teil der Hauptrichtung 9 und dem Wechselfeldanteil
der Hauptrichtung 10 ein. Der Wechselfeldanteil wird
5 wie in Figur 1 durch die Wechselstromspule 6 erzeugt.
Der Gleichfeldanteil wird durch die Spule 11, die
durch Gleichstrom beaufschlagt wird, erzeugt. Der er-
starrende Stranganteil 7 und die Strangabzugsrichtung
8 sind dieselben wie in Figur 1.
- 10 Bei einer weiteren Variation und Weiterbildung des
erfindungsmäßigen Verfahrens verlaufen die Gleichfeld-
anteile und die Wechselfeldanteile wie in Figur 2.
- 15 Die Erzeugung der beiden Feldanteile erfolgt je-
doch in einer Spule, deren Lage mit der der Wechsel-
stromspule 6 der Figur 2 identisch ist. Die Zuführung
der zum Betrieb dieser Spule notwendigen Gleich- und
Wechselströme erfolgt über die in der Elektrotechnik
seit langem verwendeten elektrischen Weichen.
- 20 Gelegentlich kann es zweckmäßig sein, die Wechsel-
stromspule in besonderer Weise auszugestalten. Dies
kann zur verbesserten Anpassung dieser Spule an die
Wechselstromquelle vorteilhaft sein. In Figur 3 ist
eine solche, aus den Teilen 12 und 13 bestehende,
Spulenanordnung zur Erzielung der Wechselmagnetfeld-
25 komponente dargestellt. 12 ist ein zur Strangachse
senkrechter Schnitt durch die von einer Wechselstrom-
quelle gespeiste mehrwindige Spule. 13 ist der Schnitt
durch eine aus mehreren Längsteilen zusammengesetzte
Wechselstromsekundärspule, in der kleinere Wechsel-
30 ströme 14 induziert werden, die ihreseits Wechsel-
strom im Strang 15 induzieren. Das Magnetgleichfeld
ist nicht dargestellt.

- 8 -
- Leerseite -

-9-
170585

3517733



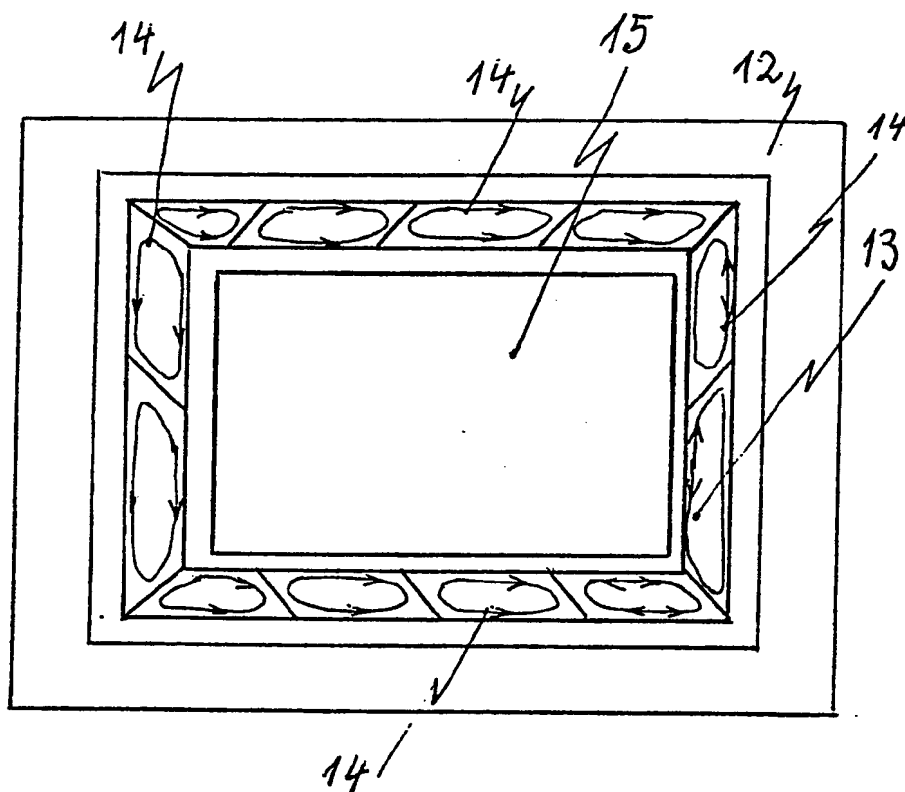


Fig. 3.

11-
1703

Nummer:
Int. Cl. 4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

35 17 733
B 22 D 11/04
17. Mai 1985
20. November 1988

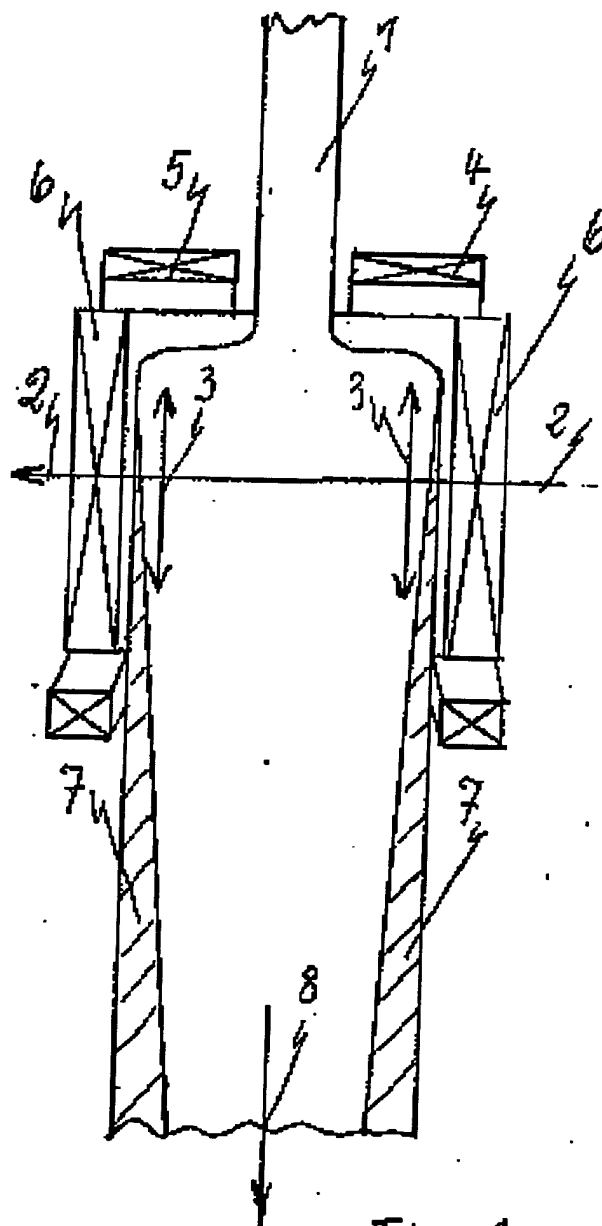
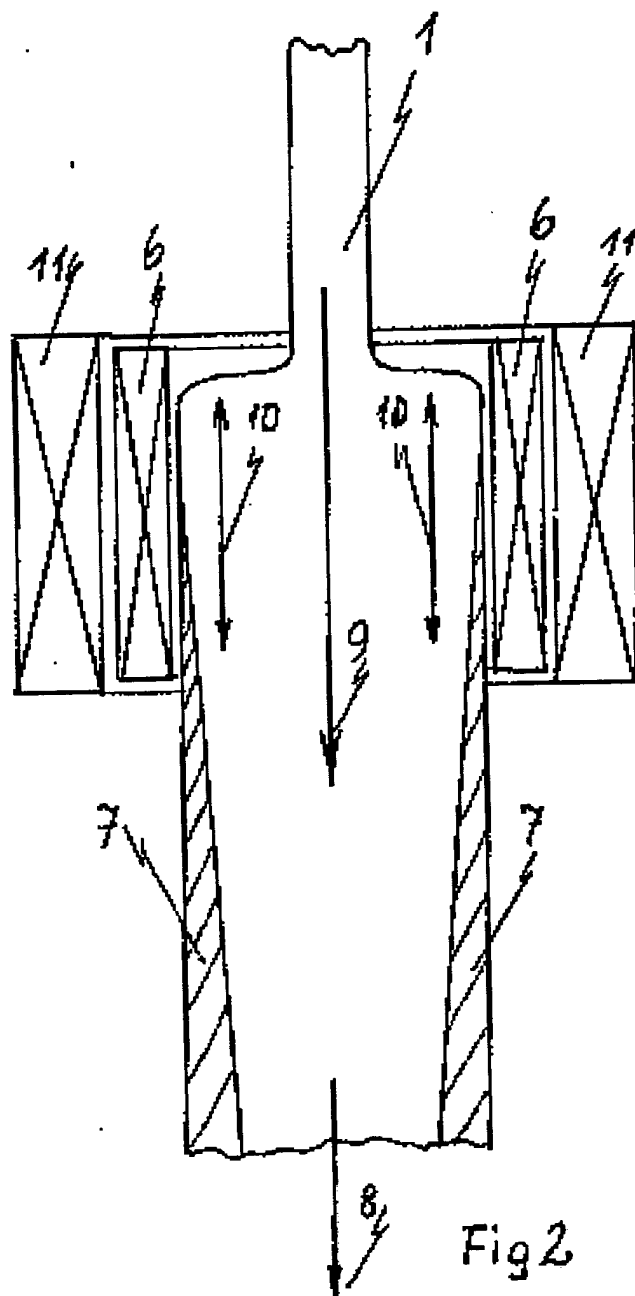


Fig. 1



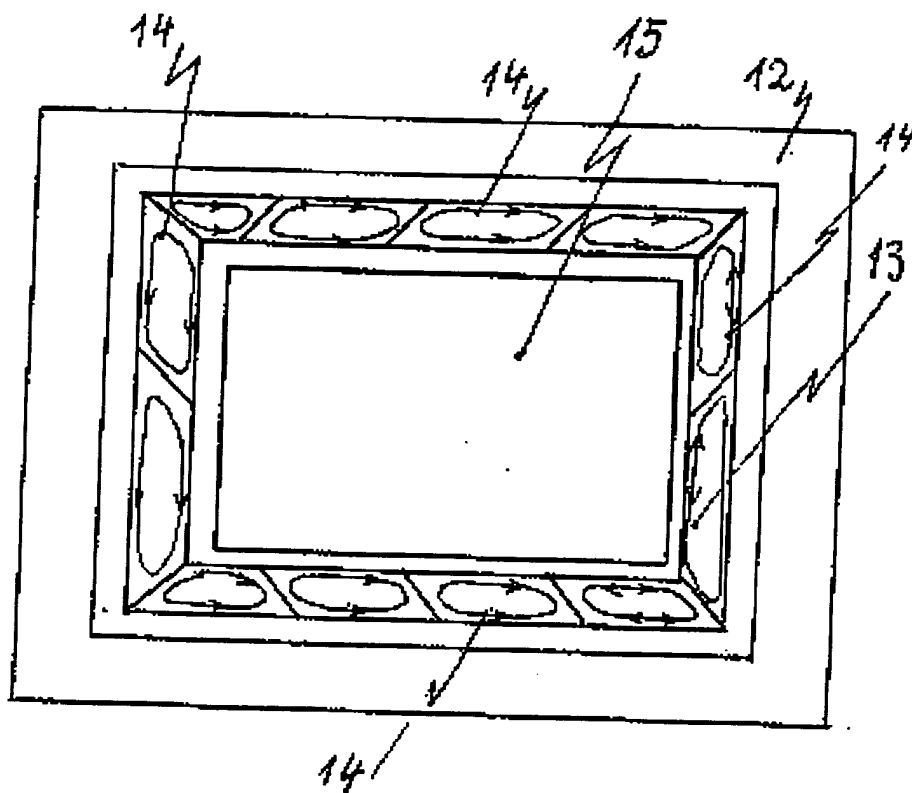


Fig. 3

